

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 19 DEC 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

BEST AVAILABLE COPY

Aktenzeichen: 102 54 536.7

Anmeldetag: 21. November 2002

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Layout-orientierte Erfassung von Automatisierungs-
informationen

IPC: G 06 F 17/50

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 20. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Beschreibung

Layout-orientierte Erfassung von Automatisierungsinformationen

5

Die Erfindung betrifft ein System sowie ein Verfahren zur grafischen Erfassung von Systemanforderungen und Spezifikationen in elektronisch auswertbarer Form.

10

Als Ausgangspunkt für die Automatisierung von Anlagen oder Maschinen werden heutzutage vorwiegend technische Zeichnungen genutzt. Die Zeichnungen sind aus Sicht des Maschinen- oder Anlagenbaues bzw. der Verfahrenstechnik konzipiert. Bei einer zu entwickelnden Automatisierungslösung werden die zum System

15

gehörenden Anforderungen und Spezifikationen in der Regel auf Basis dieser Zeichnungen formuliert. Beispielsweise werden Steuerungen für Not-Aus-Kreise, die Bildung von zu einer Steuerung gehörenden Komponentengruppe oder eine Netzwerktopologie auf Grundlage entsprechender Zeichnungen entwickelt.

20

Die Entwicklung erfolgt hierbei durch händische Umsetzung aus der Zeichnung heraus, ohne dass spezielle Zeichnungselemente mit einer Semantik behaftet sind, die für die Spezifikation einer Automatisierungslösung automatisch genutzt werden kann. Die Umsetzung erfolgt vielmehr per Hand bzw. verbal. Hierbei

25

werden relevante Informationen, die aus der Zeichnung entnehmbar sind, häufig nur unvollständig übertragen. Aus den technischen Zeichnungen können die Information für die Umsetzung einer Automatisierungslösung somit derzeit nicht direkt verwendet werden.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine vereinfachte, layout-orientierte Erfassung von Anforderungen und Spezifikationen für ein Automatisierungssystem und eine Bereitstellung der Informationen in elektronisch auswertbarer Form zu ermöglichen.

35

Diese Aufgabe wird gelöst, durch ein System zur layout-orientierten Erfassung von steuerungsrelevanten Informationen, mit ersten Mitteln zur grafischen Beschreibung von aus einzelnen Komponenten bestehenden Strukturen, zweiten Mitteln zum grafischen Etablieren mindestens einer gerichteten Beziehung zwischen den Komponenten der beschriebenen Strukturen und dritten Mitteln zur Spezifikation einer steuerungsrelevanten Verschaltung der Komponenten in Abhängigkeit von den etablierten Beziehungen.

10

Diese Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 14.

15

Bei diesem Lösungsansatz wird steuerungsrelevante Information grafisch und interaktiv direkt in technische Zeichnungen integriert. Die Information wird durch vor- bzw. benutzerdefinierte Elemente eingebracht. Hierbei wird eine verfahrenstechnische Aufgabe mit Hilfe einer Zeichnung gelöst. Eine komplexe Struktur, die aus einzelnen, beispielsweise physikalischen Komponenten besteht, wird mit zeichnerischen Mitteln beschrieben. Dabei werden die Komponenten in ihrer räumlichen Anordnung wiedergegeben. Ein physikalisches Layout, also eine Beschreibung, beispielsweise einer Fördereinrichtung, kann auf diese Weise erzeugt werden. Die beteiligten Komponenten werden anschließend in Bezug zueinander gesetzt. Dies erfolgt ebenfalls auf grafische Weise, indem beispielsweise ein Materialfluss in einer Fördereinrichtung in die Struktur eingetragen wird.

20

25

In Abhängigkeit von der so definierten gerichteten Beziehung zwischen den beteiligten Komponenten der komplexen Struktur wird anschließend eine Verschaltung, das heißt eine steuerungsrelevante Verknüpfung, der einzelnen Komponenten spezifiziert bzw. aufgebaut. In Abhängigkeit von ihrer Lage innerhalb der komplexen Strukturen und in Abhängigkeit von den gerichteten Beziehungen zu den benachbarten Elementen, werden

30

35

die einzelnen Komponenten auf diese Weise im Gesamtsystem verschaltet.

Vorteilhaft bei der Verwendung des vorgestellten Systems ist
5 die Tatsache, dass das Steuerungsverhalten einzelner Komponenten im Zusammenhang mit ihrer Umwelt anhand von Zeichnungen erfasst und spezifiziert werden kann. Ein Extrahieren steuerungsrelevanter Informationen aus einer Zeichnung durch
10 einen Entwickler einer Automatisierungslösung und ein darauffolgendes Interpretieren dieser Informationen mitsamt einer sich anschließenden Umsetzung erübrigt sich auf diese Weise. Die relevanten Informationen ergeben sich durch die in der Grafik etablierten Beziehungen zwischen den einzelnen beteiligten Komponenten. Die Spezifikation eines Steuerungsverhaltens
15 wird auf diese Weise enorm erleichtert und verbessert.

Eine vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die steuerungsrelevanten Informationen zur Erfassung für ein Automatisierungssystem einer prozess- und/
20 oder fertigungstechnischen Anlage vorgesehen sind. Gerade bei der Konzeption komplexer industrieller Anlagen kommt es darauf an, einen möglichst effizienten Entwurf für die Steuerungstechnik und das damit verbundene Steuerungsverhalten einer Anlage zu entwerfen. Zeichnungen einer Anlagenstruktur
25 müssen in steuerungsrelevante Informationen übersetzt werden. Hierbei kann es leicht zu einem Informationsverlust kommen bzw. in der Zeichnung vorhandene Informationen können vom Entwickler falsch interpretiert werden.

30 Das erfindungsgemäße System vereinfacht nun vor allem die Erfassung steuerungsrelevanter Informationen für derart komplexe Anlagen, da die Anlage, nachdem sie grafisch konzipiert wurde, in Bezug auf ihr Steuerungsverhalten automatisch anhand der Grafik auch spezifiziert werden kann. Sämtliche, in
35 der Anlage verwendete Komponenten, sind in der Grafik als Elemente repräsentiert und ihr Verhalten in der Gesamtstruktur der Anlage kann auf Basis der Grafik derart beschrieben

werden, dass die Einbindung aller Elemente in die Steuerung der Anlage genauestens spezifiziert werden kann. Speziell für den Entwurf komplexer Steuerungsaufgaben eignet sich das erfindungsgemäße System in hohem Maße.

5

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten in einer Bibliothek als Typen mit typenabhängigen Eigenschaften und Datenschnittstellen ausgebildet sind. Durch diese Ausbildung wird es einem Entwickler möglich, bestimmte, wiederkehrende Elemente, beispielsweise einer Anlage, in der Bibliothek abzulegen und ihnen spezielle Eigenschaften zuzuweisen. Beispielsweise kann in der Bibliothek ein Förderband oder ein Hubtisch abgelegt werden. Vom Benutzer können dann Eigenschaften definiert werden, die für genau diese Elemente typisch sind und immer wieder vorkommen. Hierbei können Eigenschaften sowohl vordefiniert sein, als auch von einem Benutzer jeweils frei gestaltbar. Die Ausprägung und Anzahl der benötigten Datenschnittstellen der einzelnen Komponenten sind ebenfalls in Zusammenhang mit den Typen in der Bibliothek hinterlegt. Die Datenschnittstellen haben ebenfalls spezielle Eigenschaften, die abhängig sind von der jeweiligen Komponente. Diese Ausbildung der Erfindung ermöglicht es, wiederkehrende Objekte vorgefertigt zu hinterlegen und verringert somit den Aufwand bei der Spezifikation einer Automatisierungslösung, da auf wiederverwendbare Bausteine zurückgegriffen werden kann und die Komponenten durch ihre speziellen Datenschnittstellen bereits vorgegebene Verschaltungsmöglichkeiten aufweisen, so dass einem Entwickler eine Vorauswahl von möglichen Kombinationen präsentiert werden kann. Der Aufwand für das Generieren einer Automatisierungslösung wird durch die Nutzung der Komponentenbibliothek somit deutlich verringert.

30

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Verschaltung der Komponenten über die Datenschnittstellen vorgesehen ist. Eine derartige Verschaltung der Komponenten über die Datenschnittstellen ge-

35

währleistet, dass nur solche Komponenten ausgewählt werden können, die sich an eine bereits existierende Komponente bzw. deren Ports auch anschließen lassen. Die Verwendung der Datenschnittstellen für die Verschaltung gibt somit eine Auswahl möglicher Kombinationen vor, was einem Entwickler die Spezifikation einer Automatisierungslösung enorm erleichtert.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Etablierung der gerichteten Beziehungen zwischen den Komponenten auf Basis eines Materialflusses in einer prozess- und/oder fertigungstechnischen Anlage vorgesehen ist. Um eine für die Steuerung einer Anlage essenzielle Vorgänger/Nachfolgerbeziehung von beteiligten Elementen zu etablieren, ist die Verwendung des Materialflusses innerhalb einer Anlage eine ideale Lösung, da einem Bediener des Systems der Materialfluss in seinem räumlichen Verhalten unmittelbar klar ist. Es müssen nicht auf akademische Weise die einzelnen Bauteile der Anlage in Beziehung zueinander gesetzt werden, sondern das einfache grafische Eintragen des Materialflusses in eine Zeichnung etabliert automatisch die so wichtige Vorgänger-Nachfolgerbeziehung. Die Spezifikation einer Automatisierungslösung wird durch diese vorteilhafte Ausbildung der Erfindung enorm erleichtert.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein dem Materialfluss entgegengesetzter Informationsfluss zwischen den Komponenten vorgesehen ist. Ein dem Materialfluss entgegengesetzter rückwärtsgerichteter Informationsfluss zwischen den beteiligten Komponenten garantiert auf vorteilhafte Weise eine Möglichkeit der Rückverfolgung innerhalb des Systems. Eine Vorgänger-Komponente weiß jederzeit, ob ihre Nachfolger-Komponente über genügend Aufnahmekapazität für das weiterzuleitende Material verfügt, bzw. ob der Platz für das nächste Fertigungsstück auch bereits wieder frei ist. Fertigungsrelevante Daten können außerdem durch diesen Informationsfluss auf einfache Art erhoben werden und eine Materialverfolgung, die beispielsweise im

Zusammenhang mit einem Trackingsystem auf der MES-Ebene (Manufacturing Execution Systems) erfolgt, wird somit gewährleistet.

- 5 Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Etablierung der gerichteten Beziehungen zwischen Datenschnittstellen benachbarter Komponenten aus dem Abstand der Komponenten voneinander und vor-
- 10 liegenden Informationen zu der Datenschnittstellen vorgesehen ist. Die räumliche Lage von Komponenten im grafischen Layout kann auf diese Weise vorteilhaft für den Aufbau bzw. die Spezifikation der Verschaltung der Komponenten untereinander genutzt werden. Die Beziehungen zwischen den Datenschnittstellen bzw. Ports zweier oder mehrerer benachbarter Komponenten
- 15 kann auf Basis der geometrischen Information, z.B. Position im Layout, zusammen mit einem vorgebbaren Schwellwert für die Definition der im System bzw. dem Layout benötigten Nähe der Komponenten zueinander und spezifischen Informationen zu den Ports automatisch abgeleitet werden. Zu den Port-Informationen
- 20 gehören hier beispielsweise Angaben zum Typ oder zur Richtung des Datenflusses (IN/OUT). Sind die entsprechenden Informationen vorhanden, so kann ein Anwender des Systems die Beziehung und damit die Verschaltung auf einfache Weise etablieren, indem die Komponenten, beispielsweise mittels einer
- 25 Maus, auf der Oberfläche eines Bildschirms in die entsprechenden Positionen zueinander gebracht werden.

- Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass Typen- und/oder Instanzen- und/
- 30 oder Ortsinformationen zu den Komponenten zur Verwendung aus dem grafischen Layout vorgesehen sind. Eine spezifische Beschreibung der verwendeten Komponenten, wie beispielsweise Hubtischen oder Förderbändern, wird aus dem grafischen Layout bereits ermöglicht. Diese Informationen können auf vorteil-
- 35 hafte Weise dann für die Verwendung von beispielsweise Instandhaltungsmanagementsystemen genutzt werden. Einem Instandhaltungsmanagementsystem kann hierbei eine Ortsinforma-

tion auf der grafischen Basis zugeführt werden. Die Information zu den beteiligten Komponenten muss nicht extra in ein derartiges System eingegeben werden. Eine Nutzung weiterführender Informationssysteme, wie beispielsweise auch Anlageninformationssysteme wird auf diese Weise deutlich erleichtert und auch finanziell einfacher umsetzbar.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass vierte Mittel zum layout-orientierten Hinzufügen weiterer Eigenschaften zu Komponenten vorgesehen sind. Einem Entwickler wird hierdurch ermöglicht, weitere Attribute, beispielsweise über ein gesondertes Eingabefeld auf der Bedienoberfläche des Systems, in der Grafik einer speziellen Komponente bereits hinzuzufügen. Diese Eigenschaften können z. B. Funktionen wie "schalte rauf" oder "schalte runter" sein, die durch den Entwickler auf der grafischen Ebene einer Komponente bereits hinzugefügt werden. Das automatisierungstechnische Verhalten der einzelnen Komponenten wird auf diese Weise einfacher bereits im grafischen Layout erfasst und für die Verwendung einer Automatisierungslösung zur Verfügung gestellt.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein layout-orientiertes Zusammenfügen von Komponenten zu Gruppen vorgesehen ist. Vorteilhafte ist auch, dass eine Layout-orientierte Zuweisung einer übergeordneten Semantik zu den Gruppen vorgesehen ist. Mehrere Komponenten können beispielsweise im Zusammenhang mit einer gewissen Funktion in Verbindung stehen. So gibt es beispielsweise sogenannte "Emergency Areas", die einheitlich abgeschaltet werden müssen. Ebenso können mehrere Komponenten einer bestimmten Steuerung zugewiesen werden oder mehrere Komponenten können einem bestimmten Bereich zugewiesen werden, in dem ein System zum Bedienen und Beobachten (B&B-System bzw. HMI, Human Machine Interface) verwendet wird.

Das Zusammenfügen von Komponenten zu Gruppen erleichtert die Zuweisung beispielsweise zu einer Steuerung oder einem HMI. Hierbei können die Gruppen sich beliebig überlappen. Das heißt, eine Komponente kann mit anderen Komponenten einem bestimmten Controller zugewiesen werden, aber sie wird mit wiederum anderen Komponenten auf einem B&B-System optisch mit ihren Daten repräsentiert. Den Gruppen kann hierbei jeweils ein einheitliches Verhalten in Form einer Funktion zugewiesen werden. Diese Ausbildung ermöglicht eine einfache Strukturierung der Anlage und eine einfache Abbildung der daraus resultierenden Automatisierungslösung. Eine durchgängige Entwicklung des gesamten Automatisierungskonzeptes einer Anlage wird auf diese Weise enorm vereinfacht.

15 Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Zuordnung von Elementen zur Eingrenzung erlaubter Wertebereiche und/oder Attribute zu Komponenten und/oder funktionalen Gruppen und/oder Datenschnittstellen vorgesehen ist. Durch das Einfügen derartiger

20 "Constraint Elemente", welche die möglichen Interaktionen zwischen Datenschnittstellen, Komponenten oder funktionalen Gruppen einengen bzw. limitieren können, kann die Gültigkeit von Beziehungen definiert werden. Dies ermöglicht zum Einen die Validierung der etablierten Beziehungen, indem sich automatisch nur die Komponenten ausgewählt werden, die sich an eine bereits existierende Komponente bzw. deren Schnittstellen ohne Verletzung der "Constraints" anschließen lassen. Zum

25 Anderen können daraus Informationen abgeleitet werden, wie z.B. ob die maximale Anzahl von Port-Verbindungen an einem Multi-Port erreicht ist, oder ob beispielsweise die Summe der Verbraucher den zulässigen maximalen Strom übersteigt. Möglich ist durch die Einführung virtueller Komponenten mit entsprechenden "Constraints" auch die Überprüfung einzuhaltender Randbedingungen einzuführen. So kann z.B. eine Schwelle definiert werden für die maximalen Kosten über alle verwendeten

30 Komponenten.

35

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein layout-orientiertes Generieren einer Netzwerkkonfiguration zur Kommunikation der Komponenten einer prozess- und/oder fertigungstechnischen Anlage vorgesehen ist. Sind die einzelnen Komponenten in Beziehung zueinander gesetzt, und sind auf Basis von zu Gruppen kombinierten Komponenten höherwertige automatisierungsrelevante Einheiten definiert worden, so kann eine Vernetzung der beteiligten Komponenten auf der grafischen Ebene direkt erfolgen. Die Netztopologie muss nicht extra entwickelt werden. Sie ergibt sich vielmehr automatisch aus der Lage der Komponenten und den zwischen den Komponenten definierten Beziehungen. Eine einfache Konzeption und Spezifikation der benötigten Netzwerktopologie ist auf diese Weise möglich.

15

Im folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert.

20 Es zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung des Systems zum Erfassen steuerungsrelevanter Informationen,

FIG 2 eine schematische Darstellung einzelner Komponenten mit ihren gerichteten Beziehungen und Eigenschaften,

FIG 3 eine schematische Darstellung der grafischen Wiedergabe einer Teilanlage.

FIG 1 zeigt eine beispielhafte Ausführung des Systems zur layout-orientierten Erfassung von steuerungsrelevanten Informationen. Im System wird mit Hilfe erster Mittel 1 eine grafische Beschreibung, beispielsweise einer aus einzelnen Komponenten $21_{1..j}$ bestehenden Anlage, erstellt. Die Komponenten $21_{1..j}$ werden aus einer Menge von in einer Bibliothek 25 hinterlegten Komponenten $21_{1..n}$ ausgewählt. Hierbei werden die ausgewählten Komponenten $21_{1..j}$ zur grafischen Beschreibung der Anlagenstrukturen 22 genutzt, wodurch eine komplexe Anla-

ge grafisch zusammengestellt werden kann. Mit Hilfe der zweiten Mittel 2 werden zwischen den ausgewählten Komponenten $21_{1..j}$ gerichtete Beziehungen 23 grafisch beschrieben, so dass sie im Layout hinterlegt sind. Mittels dritter Mittel 3 wird die Spezifikation einer Verschaltung 24 zwischen den ausgewählten Komponenten $21_{1..j}$ generiert. Die Verschaltung 24 erfolgt in Abhängigkeit von den gerichteten Beziehungen 23 über Datenschnittstellen 26. Auf diese Weise werden die Komponenten $21_{1..j}$ datentechnisch in Beziehung zueinander gesetzt.

10

Der Vorteil der in FIG 1 dargestellten erfindungsgemäßen Ausbildung des Systems besteht darin, dass Teile einer Anlage, hier als Menge beliebiger Komponenten $21_{1..n}$ repräsentiert, auf einfache Weise grafisch in Beziehung zueinander gesetzt werden können. Ihre datentechnischen Schnittstellen 26 können durch Definition gerichteter Beziehungen 23 anhand des Layout miteinander verknüpft und direkt in steuerungsrelevante Informationen umgesetzt werden.

15

Hierbei besitzen die Komponenten $21_{1..n}$ jeweils eine eindeutige Kennung und eine Typen-Information. Den Komponenten $21_{1..n}$ können beliebig viele Eigenschaften, sogenannte Attribute, zugeordnet werden. In FIG 2 sind die Eigenschaften der Komponenten $21_{1..n}$ durch Symbole unterschiedlicher Form repräsentiert. Eigenschaften bzw. Attribute von Komponenten $21_{1..n}$ können hierbei sowohl klassische Daten-Typen wie beispielsweise "Integer" oder "Real" sein, es können aber auch Strukturen wie "Felder" bzw. "Arrays" sein. Als Attribute können auch Anzahlen von Datenschnittstellen 26, sogenannte Ports zugeordnet sein. Ebenfalls ist es möglich, als Attribute Links auf weitere Elemente, wie beispielsweise Dateien oder Einträge in anderen Dokumenten zu definieren. Hierbei kann einem sogenannten Link-Attribut eine definierte Zugriffsschnittstelle (z.B. in Form einer DLL) zugewiesen werden. Eine derartige Zugriffsschnittstelle ermöglicht den Zugriff auf Daten in einem referenzierten Element, beispielsweise einem Excel-File.

20

25

30

35

Mit Hilfe der Attribute kann Komponenten $21_{1..n}$ eine Semantik
32 zugeordnet werden. Einer Komponente 21_i innerhalb einer
Anlage kann z.B. zugewiesen werden, dass es sich bei ihr um
ein Fördererelement oder einen Hubtisch handelt. Einem Attribut
5 kann ebenfalls eine Regel zugewiesen werden, welche be-
schreibt, wie ein bestimmter Attributwert sich aus anderen
Attributen ableiten lässt. Neben den Attributen besitzen die
Komponenten $21_{1..n}$ eine beliebige Anzahl von Ports bzw. Daten-
schnittstellen 26. Komponenten, die Ports bzw. Datenschnitt-
10 stellen 26 mit gleichem Aufbau haben, können über diese
Schnittstellen miteinander verbunden werden. Bei dem Aufbau
eines Ports ist die Anzahl und der Typ der jeweiligen Attri-
bute, die den Port beschreiben, relevant. Einzelnen Attribu-
ten eines Ports bzw. dem gesamten Port kann eine Verbindungs-
15 richtung im Sinne von In/Out zugeordnet werden. Diese Verbin-
dungsrichtung kann unidirektional im Sinne eines "Entweder -
Oder" ausgebildet sein, wenn ein Fördererelement nur eine För-
derrichtung hat. Die Verbindung kann aber auch bidirektional
im Sinne eines "Sowohl als auch" ausgebildet sein, wenn ein
20 Fördererelement zwei Förderrichtungen (Vor/Zurück; Hoch/Runter)
aufweist. Der Port kann dabei als IN und Out definiert wer-
den, um beide Richtungen zuzulassen oder einem grafischen
Port als Repräsentant ist ein logischer IN-Port und ein logi-
scher OUT-Port zugewiesen. Es können auch Multi-Ports defi-
25 niert werden, die mit mehr als einem anderen Port verbunden
werden können.

Wird den für die Beschreibung ausgewählten Komponenten $21_{1..j}$
mit Hilfe der zweiten Mittel zum grafischen Etablieren einer
30 gerichteten Beziehung 23 eine Richtung derart zugewiesen,
dass jede Komponente 21_i einen definierten Vorgänger und ei-
nen definierten Nachfolger erhält, so können die beteiligten
Komponenten $21_{1..j}$ über ihre vorhandenen Ports bzw. Daten-
schnittstellen 26 miteinander verschaltet werden. Allein
35 durch das grafische Anordnen der Komponenten $21_{1..j}$, die ihre
steuerungsrelevante Individualinformation in Form ihrer Ei-
genschaften und ihrer Datenschnittstellen 26 bereits beinhal-

ten, kann also eine Automatisierungslösung spezifiziert werden. Hierbei sind die einzelnen Komponenten $21_{1..j}$ als Objekte zu betrachten, die im Gesamtsystem der Anlage in Abhängigkeit von ihren Nachbarn bestimmte Eigenschaften ausprägen. Die für
5 die Spezifikation der Steuerung relevanten Informationen können somit direkt aus der Lage der einzelnen Komponenten $21_{1..j}$ in der grafischen Repräsentation entnommen werden.

FIG 2 stellt eine beispielhafte Ausführungsform der Erfindung
10 dar, in der die Beziehungen 23 zwischen den ausgewählten Komponenten $21_{1..j}$ mit Hilfe eines Materialflusses 27 etabliert werden. Hierbei erfolgt die Verbindung von Ports bzw. Datenschnittstellen 26 auf grafische Weise. Es wird einfach entlang des Materialflusses 27, wie er in einer Anlage geplant
15 ist, eine Verbindungslinie zwischen den grafisch repräsentierten Ports gezogen. Wird ein Materialfluss 27 für die Etablierung der Verbindung benutzt, so ist die Verbindung automatisch gerichtet. Die Verbindung kann ebenfalls erfolgen, indem die Komponenten $21_{1..j}$ einfach entsprechend platziert
20 werden, so dass Ports bzw. Datenschnittstellen 26 zu den Nachbarelementen bzw. Komponenten $21_{1..j}$ automatisch aufgebaut werden, falls die Elemente sich in einer definierten Entfernung zueinander befinden. Ein dem Materialfluss 27 entgegengesetzter Informationsfluss 28 wird durch das System automatisch etabliert. Der Informationsfluss 28 läuft entlang der
25 aufgebauten Datenschnittstellen 26 zwischen den Komponenten $21_{1..j}$.

Zu den Komponenten $21_{1..j}$ existiert jeweils eine Information,
30 die den Typ der jeweiligen Komponente 21_i beschreibt, aber auch ihre Identität sowie ihre Eigenschaften, beispielsweise die Anzahl der Datenschnittstellen 26 sowie deren Eigenschaften. Hierbei kann eine Komponente 21_i auch eine weitere Komponente $21_{i,1}$, in Form einer Eigenschaft, enthalten. Eine
35 Schachtelung von Komponenten derart, dass Komponenten aus anderen Komponenten bestehen können, wird durch diese Ausbildung ermöglicht. Beispielsweise können hierdurch Einbaukompo-

nenten, wie etwa Schaltschränke oder Racks im Layout der Anlage realisiert werden. Eine übergeordnete Komponente besitzt dementsprechend auch übergeordnete Eigenschaften.

- 5 Die grafischen Repräsentanten der Komponenten $21_{1..n}$ können beispielsweise in 2D- oder auch in 3D-Form vorliegen und sie besitzen allgemeine Eigenschaften der Komponenten $21_{1..n}$, die sie repräsentieren, d.h. sie haben eine bestimmte Position, eine Ausrichtung, eine Größe und eine spezifische Form. Neben
- 10 Typ, Identität und Ort 29 kann einer Komponente 21_i auch eine Menge weiterer Eigenschaften 30 zugewiesen werden. Diese zusätzlichen Eigenschaften 30 können den Komponenten $21_{1..n}$ vordefiniert zugewiesen werden, so dass sie in der Komponentenbibliothek 25 zur Verfügung stehen. Ebenso können jedoch vom
- 15 Anwender Eigenschaften mit Hilfe spezieller Eingabefenster jederzeit eingegeben und den Komponenten $21_{1..n}$ zugewiesen werden.

- Vorteilhaft bei der in Figur 2 dargestellten Ausführung der
- 20 Erfindung ist vor allem, dass die einzelnen Elemente bzw. Komponenten $21_{1..j}$, aus denen eine Anlage besteht, auf einfache Weise miteinander in Beziehung gesetzt werden können. Die Komponenten $21_{1..j}$ sind entweder grafisch derart angeordnet, dass sie über eine definierte Entfernung zu benachbarten Objekten Verbindung aufnehmen und eine Verschaltung auf Basis dieser räumlichen Nähe erfolgen kann. Andererseits ist es möglich, die Verschaltung zwischen den Komponenten $21_{1..j}$ dadurch zu realisieren, dass die Komponenten $21_{1..j}$ in eine gerichtete Beziehung 23 zueinander gesetzt werden, indem ein
- 25 Anwender des Systems, beispielsweise durch Eintragen eines Materialflusses 27 eine unidirektionale Verbindung zwischen den beteiligten Komponenten $21_{1..j}$ aufbaut. Über die jeweiligen Datenschnittstellen 26 wird dann eine Verknüpfung der Komponenten $21_{1..j}$ realisiert und ein Datentransfer zwischen
- 30
- 35 den Komponenten $21_{1..j}$ ermöglicht.

Vorteilhaft ist hierbei, dass der Materialfluss 27 einem Informationsfluss 28 zwischen den Komponenten $21_{1..j}$ entgegengesetzt ist. Dies ist beispielsweise günstig, wenn der Materialfluss 27 innerhalb der Anlage im Rahmen eines MES-Systems nachvollzogen werden soll. Der entgegengerichtete Informationsfluss 28 ist essentiell für das reibungslose Funktionieren der Komponenten $21_{1..j}$ im Gesamtsystem. Er stellt sicher, dass eine Komponente 21_i weiß, in welchem Status sich ihre Nachfolgerkomponente 21_{i+1} befindet und ob beispielsweise ein Material weitergereicht werden kann.

Jede Komponente ist innerhalb des Systems als Objekt repräsentiert, welches Eigenschaften, wie beispielsweise Typ, Identität, Ort 29, aber auch benutzerdefinierte bzw. funktionsabhängige Eigenschaften 30 beinhaltet. Das Verhalten der jeweiligen Komponenten ist somit schon innerhalb der grafischen Darstellung dahingehend dokumentiert, dass bei einer Verknüpfung der Datenschnittstellen 26 automatisch die steuerungsrelevanten Informationen der einzelnen Komponenten erfasst werden können und in Beziehung zueinander gesetzt werden können. Auf diese Weise wird automatisch bei Aneinanderfügen der Komponenten $21_{1..j}$ bzw. Eintragen des Materialflusses 27 die steuerungsrelevante Information erfasst und steht für die Spezifikation einer Automatisierungslösung des grafisch dargestellten Systems vorteilhaft für den Entwickler zur Verfügung.

FIG 3 zeigt eine beispielhafte Ausführung des Systems zur layout-orientierten Erfassung von steuerungsrelevanten Informationen, bei den Komponenten $21_{1..i}$ zu Gruppen 31 zusammengefasst werden. Den Gruppen 31 kann hierbei eine übergeordnete Semantik 32 zugewiesen werden. Nach Abschluss der Konfiguration einer Anlage auf grafische Weise kann mit Hilfe des Systems eine Netzwerkkonfiguration 33 grafisch etabliert werden.

Bei der Erstellung der Kommunikationsnetze 33 werden grafische Beziehungen zwischen den Kommunikations-Komponenten,

beispielsweise einem Profibus, und den Steuerungskomponenten, beispielsweise einer SPS, aufgebaut. Dieser Aufbau erfolgt über Datenschnittstellen/Ports 26 bzw. deren grafische Repräsentanten. Die Etablierung erfolgt auf Basis eines Informationsflusses 28 oder Energieflussbeziehungen. Neben dem Materialfluss 27 lassen sich somit beliebige andere Informations-, Energie- oder Stoffflüsse im Rahmen des erfindungsgemäßen Systems grafisch und damit auch datentechnisch erfassen.

10 In FIG 3 ist dargestellt, wie Komponenten $21_{1..i}$ sich zu funktionalen Gruppen 31 zusammenfassen lassen. In der grafischen Repräsentation erfolgt dies durch Bildung einer Selektionsmenge und der Auswahl einer funktionalen Gruppe 31, beispielsweise in einem Tree-View und der Ausführung einer Menge
15 von Operationen, beispielsweise hinzufügen/entfernen. Auf diese Weise können Komponenten $21_{1..i}$ zu einer Gruppe 31 hinzugefügt oder entfernt werden. Komponenten $21_{1..j}$, funktionalen Gruppen 31 und Datenschnittstellen 26 können dabei sogenannte "Constraint Elemente" zugeordnet werden. Hierbei handelt es sich um Elemente, die Zwänge ausüben, derart, dass
20 beispielsweise die Gültigkeit von Wertebereichen einzelner Merkmale bzw. Attribute definiert wird.

Die Zuweisung einer übergeordneten Semantik 32 (PLC-Area 32a, HMI-Area 32b) zu spezifischen Gruppen 31 hat den Vorteil, dass eine Menge von Komponenten $21_{1..i}$ mit einer übergeordneten Eigenschaft belegt werden kann. Beispielsweise können mehrere Komponenten $21_{1..i}$ derart zusammengefasst werden, dass sie im Rahmen eines B&B-Systems 40 repräsentiert werden, um
30 auf der Anlage bzw. dem Shop-Floor für einen Bediener der Anlage 41 visualisiert zu werden. Desgleichen können Komponenten $21_{1..i}$ zusammengefasst werden, um sie einer Steuerung (SPS, PLC) 42 zuzuweisen. Ebenso können spezielle Schaltkreise realisiert werden, die beispielsweise ein Not-Ein/Aus im
35 Rahmen einer "Emergency Area" repräsentieren. Gruppen 31 können beliebig zusammengestellt werden und eine Komponente 21_i kann einer beliebigen Zahl von Gruppen 31 zugeordnet werden.

Ein höherwertiges Verhalten der beteiligten Komponenten $21_{1..i}$ kann somit auf einfache Weise aus dem grafischen Layout abgeleitet werden und die dazu benötigten automatisierungsrelevanten Informationen werden automatisch zur Verfügung gestellt. Desgleichen kann eine Netzwerktopologie 33 auf einfache Weise realisiert werden. Die Auslegung des zu spezifizierenden Netzwerkes ergibt sich automatisch aus den Beziehungen 23 der Komponenten $21_{1..j}$ zueinander. Die Frage, welche Datenverbindung verwendet werden soll, beispielsweise ein Bussystem 33a oder ein Ethernet 33b, kann anhand der vorliegenden automatisierungsrelevanten Informationen im grafischen System bereits spezifiziert werden. Ebenso kann beispielsweise die redundante Auslegung von Datenübertragungsvorrichtungen anhand der zugrundeliegenden Information konzipiert werden, da sich aus dem Layout eindeutig ergibt, welche Bereiche der konzipierten Anlage sicherheitsrelevant sind und somit über eine redundante Datenübertragungsvorrichtung verfügen müssen.

Insgesamt erleichtert die in FIG 3 dargestellte Gruppierung der Komponenten $21_{1..j}$ zu höherwertigen Einheiten die Konzeption der Automatisierungslösung der Anlage auf einfache Weise, da den höherwertigen Einheiten jeweils eine übergeordnete Semantik 32, Zugehörigkeit zu einer Steuerung oder einem B&B-System, zugewiesen werden und eine Strukturierung grafisch auf Basis des Anlagenlayouts durch den Entwickler erfolgen kann.

Zusammenfassend betrifft die Erfindung ein System sowie ein Verfahren zur grafischen Erfassung von Systemanforderungen und Spezifikationen in elektronisch auswertbarer Form. Elemente einer Anlage werden grafisch durch auswählbare Komponenten 21 repräsentiert. Die Komponenten 21 werden grafisch in eine Beziehung 23 zueinander gebracht und eine steuerungsrelevante Verschaltung 24 wird auf Basis der etablierten Beziehung 23 automatisch spezifiziert und in elektronischer Form bereitgestellt.

Patentansprüche

1. System zur layout-orientierten Erfassung von steuerungsrelevanten Informationen, mit

- 5 - ersten Mitteln (1) zur grafischen Beschreibung von aus einzelnen (physikalischen) Komponenten ($21_{1..n}$) bestehenden Strukturen (22),
- 10 - zweiten Mitteln (2) zum grafischen Etablieren mindestens einer gerichteten Beziehung (23) zwischen den Komponenten ($21_{1..j}$) der beschriebenen Strukturen (22) und
- dritten Mitteln (3) zur Spezifikation einer steuerungsrelevanten Verschaltung (24) der Komponenten ($21_{1..j}$) in Abhängigkeit von den etablierten Beziehungen (23).

- 15 2. System nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die steuerungsrelevanten Informationen zur Erfassung für ein Automatisierungssystem einer prozess- und/oder fertigungstechnischen Anlage vorgesehen sind.

- 20 3. System nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Komponenten ($21_{1..n}$) in einer Bibliothek (25) als Typen mit typenabhängigen Eigenschaften und Datenschnittstellen (26) ausgebildet sind.

- 25 4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Verschaltung (24) der Komponenten ($21_{1..j}$) über die
- 30 Datenschnittstellen (26) vorgesehen ist.

5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Etablierung der gerichteten Beziehungen (23) zwischen den Komponenten ($21_{1..j}$) auf Basis eines Materialflusses (27) in einer prozess- und/oder fertigungstechnischen Anlage vorgesehen ist.
- 35

6. System nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein dem Materialfluss (27) entgegengesetzter Informati-
onsfluss (28) zwischen den Komponenten (21_{1..j}) vorgesehen
5 ist.

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Etablierung der gerichteten Beziehungen (23) zwi-
10 schen Datenschnittstellen (26) benachbarter Komponenten
(21_{1..j}) aus dem Abstand der Komponenten (21_{1..j}) voneinander
und vorliegenden Informationen zu den Datenschnittstellen
(26) vorgesehen ist.

15 8. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass Typen- und/oder Instanzen- und/oder Ortsinformationen
(29) zu den Komponenten (21_{1..j}) zur Verwendung aus dem grafi-
schen Layout vorgesehen sind.

20 9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass vierte Mittel (4) zum layout-orientierten Hinzufügen
weiterer Eigenschaften (30) zu Komponenten (21_{1..j}) vorgesehen
25 sind.

10. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein layout-orientiertes Zusammenfügen von Komponenten
30 (21_{1..i}) zu Gruppen (31) vorgesehen ist.

11. System nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine layout-orientierte Zuweisung einer übergeordneten
35 Semantik (32) zu den Gruppen (31) vorgesehen ist.

12. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass eine Zuordnung von Elementen zur Eingrenzung erlaubter
Wertebereiche und/oder Attribute zu Komponenten $21_{1..j}$ und/
5 oder funktionalen Gruppen 31 und/oder Datenschnittstellen 26
vorgesehen ist.
13. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
10 dass ein layout-orientiertes Generieren einer Netzwerkkonfi-
guration (33) zur Kommunikation der Komponenten ($21_{1..m}$) einer
prozess- und/oder fertigungstechnischen Anlage vorgesehen
ist.
- 15 14. Verfahren zur layout-orientierten Erfassung von steue-
rungsrelevanten Informationen, bei dem
- aus einzelnen (physikalischen) Komponenten ($21_{1..n}$) beste-
hende Strukturen (22) grafisch beschrieben werden,
 - mindestens eine gerichtete Beziehung (23) zwischen den
20 Komponenten ($21_{1..j}$) der beschriebenen Strukturen (22) gra-
fisch etabliert wird,
 - eine steuerungsrelevante Verschaltung (24) der Komponenten
($21_{1..j}$) in Abhängigkeit von den etablierten Beziehungen
(23) spezifiziert wird.
- 25 15. Verfahren nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die steuerungsrelevanten Informationen für ein Automati-
sierungssystem einer prozess- und/oder fertigungstechnischen
30 Anlage erfasst werden.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Komponenten ($21_{1..j}$) in einer Bibliothek (25) als Ty-
35 pen mit typenabhängigen Eigenschaften und Datenschnittstellen
(26) verwaltet werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Komponenten (21_{1..j}) über die Datenschnittstellen
(26) verschaltet werden.

5

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die gerichteten Beziehungen (23) zwischen den Kompo-
nenten (21_{1..j}) auf Basis eines Materialflusses (27) in einer
10 prozess- und/oder fertigungstechnischen Anlage etabliert wer-
den.

19. Verfahren nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass ein Informationsfluss (28) zwischen den Komponenten
(21_{1..j}) dem Materialfluss (27) entgegengesetzt ist.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die gerichteten Beziehungen (23) zwischen Datenschnitt-
stellen (26) benachbarter Komponenten (21_{1..j}) aus dem Abstand
der Komponenten (21_{1..j}) voneinander und vorliegenden Informa-
tionen zu den Datenschnittstellen (26) etabliert werden.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass Typen- und/oder Instanzen - und/oder Ortsinformationen
zu den Komponenten (21_{1..j}) aus dem grafischen Layout verwen-
det werden.

30

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass weitere Eigenschaften (30) zu Komponenten (21_{1..j}) lay-
out-orientiert hinzugefügt werden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass Komponenten (21_{1..i}) layout-orientiert zu Gruppen (31)
zusammengefügt werden.

5

24. Verfahren nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine übergeordneten Semantik (32) layout-orientiert zu
den Gruppen (31) zugewiesen wird.

10

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 24,
dadurch gekennzeichnet,
dass Elemente zur Eingrenzung erlaubter Wertebereiche
und/oder Attribute zu Komponenten 21_{1..j} und/oder funktionalen
15 Gruppen 31 und/oder Datenschnittstellen 26 zugeordnet werden.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 25,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Netzwerkkonfiguration (33) zur Kommunikation der
20 Komponenten (21_{1..m}) einer prozess- und/oder fertigungstechni-
schen Anlage layout-orientiert generiert wird.

Zusammenfassung

Layout-orientierte Erfassung von Automatisierungsinformationen

5

Die Erfindung betrifft ein System sowie ein Verfahren zur grafischen Erfassung von Systemanforderungen und Spezifikationen in elektronisch auswertbarer Form. Elemente einer Anlage werden grafisch durch auswählbare Komponenten (21) repräsentiert. Die Komponenten (21) werden grafisch in eine Beziehung (23) zueinander gebracht und eine steuerungsrelevante Verschaltung (24) wird auf Basis der etablierten Beziehung (23) automatisch spezifiziert und in elektronischer Form bereitgestellt.

10

15

FIG 1

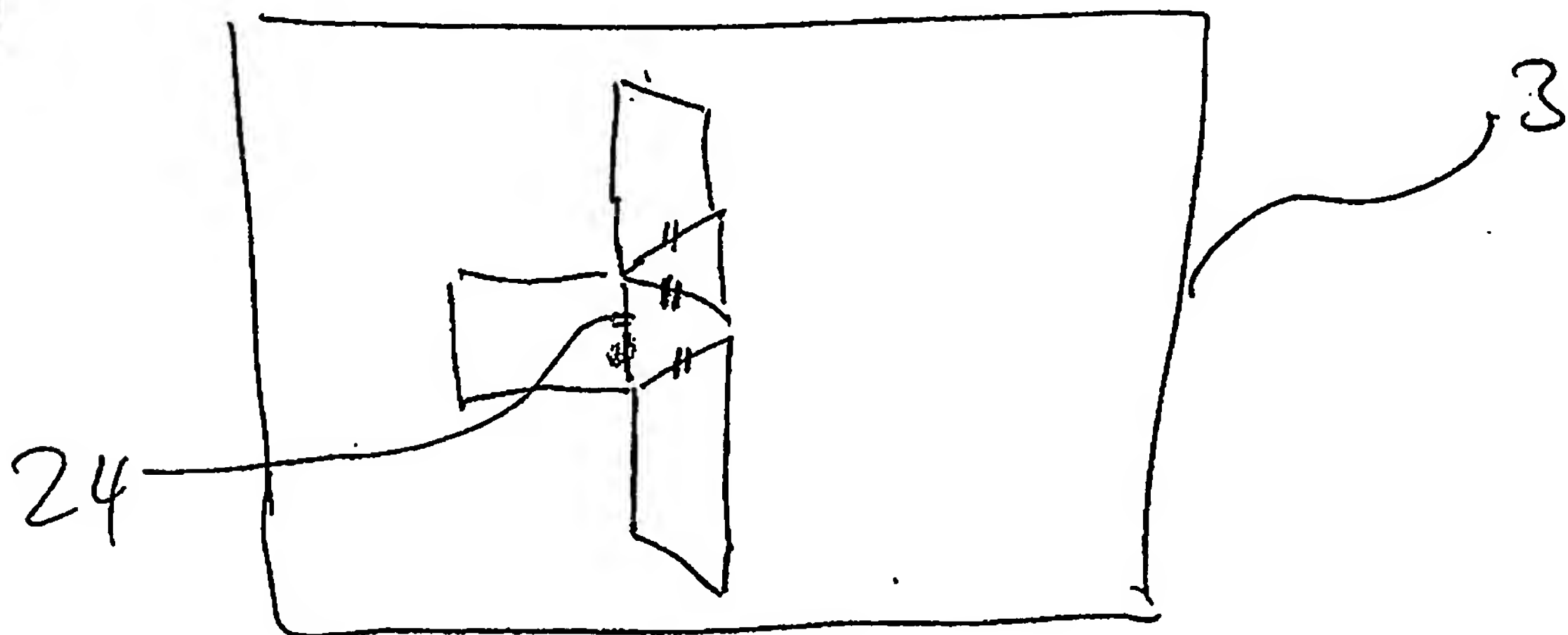
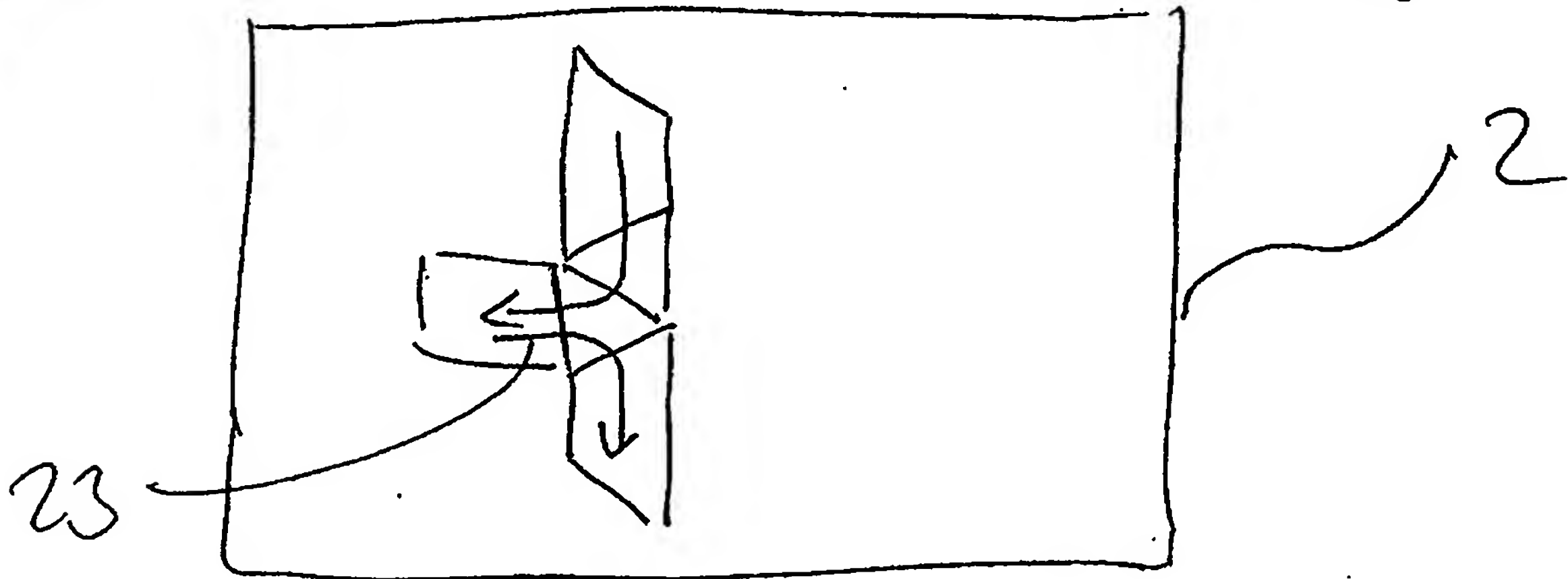
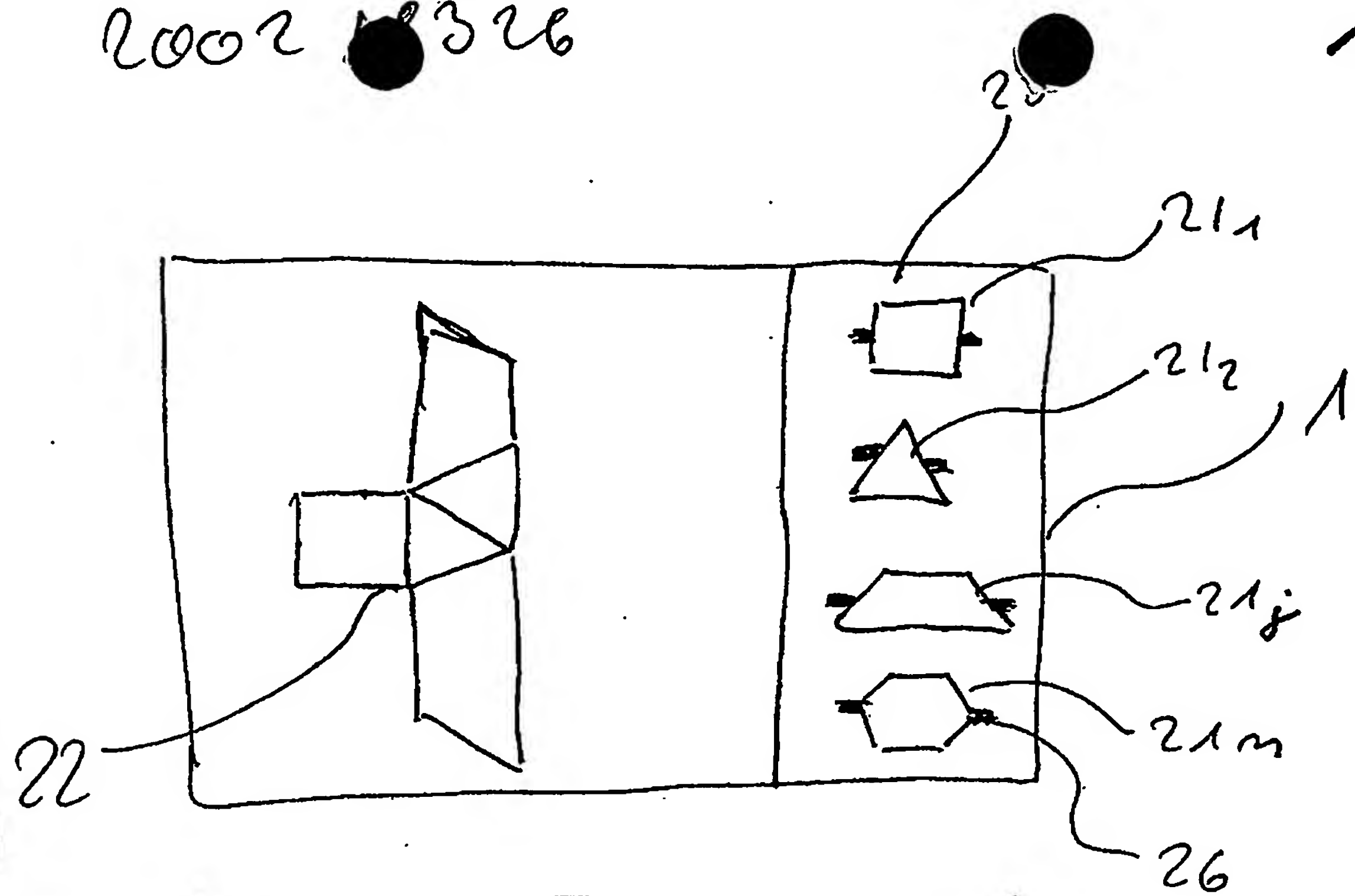


Fig 1

27

28

26

29

~ Typ
~ ID
~ Location

Count: switch up
Count: switch down

30

4

Fig 2



no 2 18326

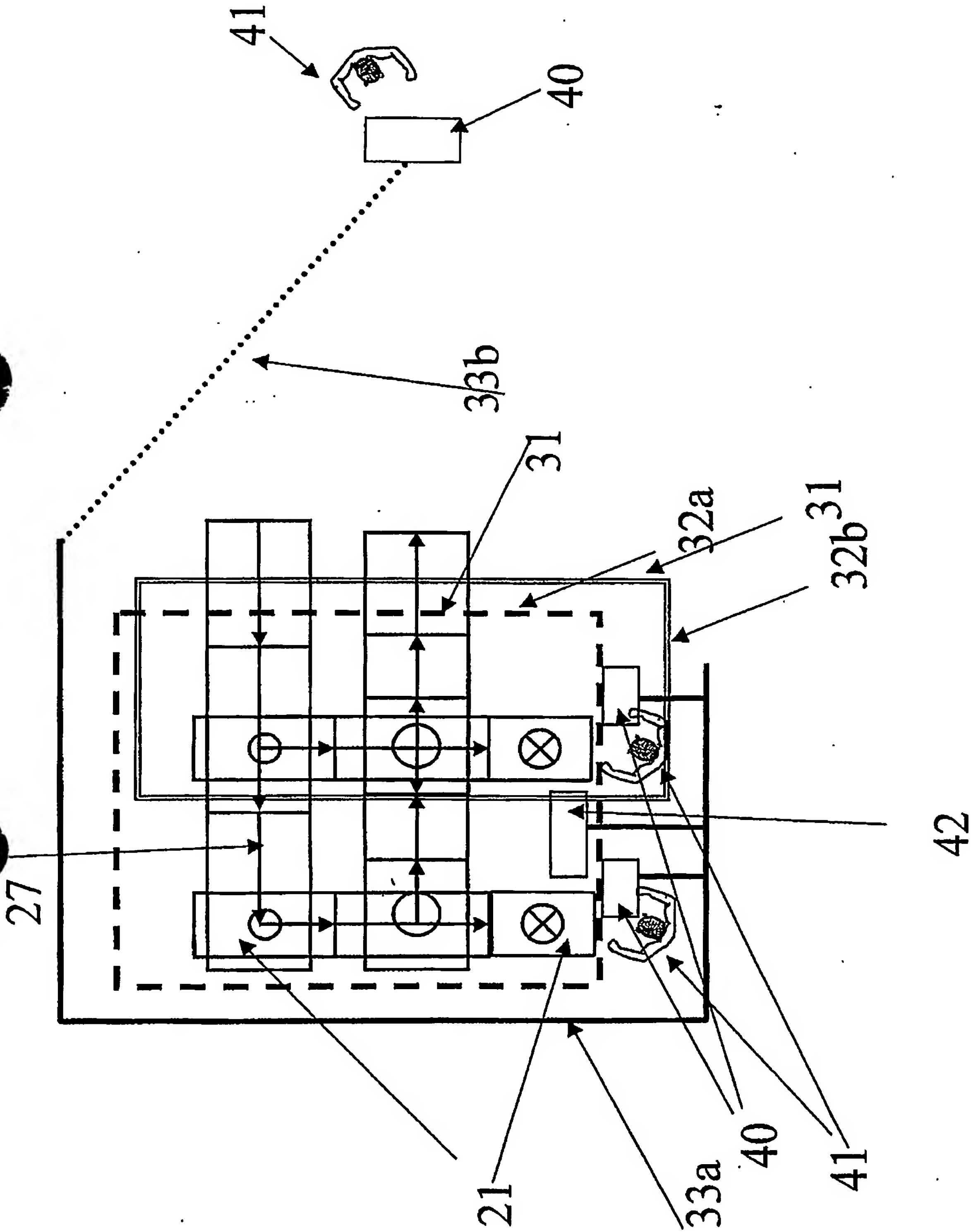


Fig 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.